

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 00 543.9

Anmeldetag: 9. Januar 2003

Anmelder/Inhaber: Siemens Aktiengesellschaft, München/DE

Bezeichnung: Verfahren zur Streckenidentifikation einer Regelschleife

IPC: G 05 B 11/06

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 31. Juli 2003
Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read "Sieck", is placed here.

Sieck

Beschreibung**Verfahren zur Streckenidentifikation einer Regelstrecke**

5 Die Erfindung bezieht sich auf ein Verfahren zur Strecken-
identifikation einer Regelstrecke.

Eine gute Identifikation einer Regelstrecke ist eine der
wichtigsten Grundlagen zur Optimierung von geschlossenen Re-
gelkreisen. Die Identifikation einer Regelstrecke wird übli-
cherweise durch Einspeisung eines geeigneten Stimulussignals
am Eingang der Regelstrecke und Messung der Streckenantwort
am Ausgang der Regelstrecke durchgeführt. Die Regelstrecke
wird durch eine Übertragungsfunktion beschrieben, die durch
eine Betrachtung der Streckenantwort im Bezug zu dem Stimu-
lussignal identifiziert werden kann.

Dies kann entweder im Zeitbereich durch Entfaltung des Stimu-
lussignals und der Streckenantwort oder was in der Technik
üblicher ist, im Frequenzbereich durchgeführt werden.

Bei der Identifikation der Regelstrecke im Frequenzbereich
werden sowohl das Stimulussignal als auch die Streckenantwort
mittels Fouriertransformation in den Frequenzbereich trans-
formiert. Die Übertragungsfunktion der Regelstrecke im Fre-
quenzbereich ergibt sich in Form einer komplexen Übertra-
gungsfunktion aus der Division der fouriertransformierten
Streckenantwort durch das fouriertransformierte Stimulussig-
nal.

Aus der solchermaßen ermittelten komplexen Übertragungsfunk-
tion der Regelstrecke kann anschließend leicht der Betrags-
frequenzgang bzw. Phasenfrequenzgang der komplexen Übertra-
gungsfunktion der Regelstrecke ermittelt werden.

In der Praxis ist eine gute Streckenidentifikation der zu re-
gelnden Regelstrecke oft infolge von auftretenden Störungen

bzw. Störsignalen problematisch. Im wesentlichen kann hierbei zwischen zwei Arten von Störungen unterschieden werden. Es können sowohl stochastische Störungen als auch deterministische Störungen auftreten.

5

Der Einfluss von stochastischen Störsignalen auf die Identifikation der Regelstrecke kann durch eine genügende Anzahl von Mittelungen und/oder Tiefpassfilterung und/oder Korrelationsanalyse einer oder mehrerer auftretender Signalgrößen reduziert werden. Bei deterministischen Störsignalen funktionieren diese Maßnahmen jedoch nicht bzw. nur sehr eingeschränkt.

10

Der Fehler, der bei der Identifikation der Regelstrecke in Anwesenheit deterministischer Störsignale entsteht, musste bislang in Kauf genommen werden. Es gibt praktisch keine Möglichkeit diese Fehler mittels der oben genannten Methoden signifikant zu reduzieren. Dies führt jedoch dazu, dass die Regelstrecke im Frequenzbereich der deterministischen Störsignale nur unzureichend identifizierbar ist.

15

Aus der europäischen Patentschrift EP 0 211 374 A1 ist eine Einrichtung zum Kompensieren des Schwerkrafteinflusses auf ein elektromotorisch heb- und senkbares Element einer Werkzeugmaschine oder eines Roboters und Verfahren zum Betrieb einer derartigen Einrichtung bekannt. In der Patentschrift wird mit Hilfe einer Störgrößenaufschaltung die Einstellung eines Reglers optimiert.

20

25

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein einfaches und kostengünstiges Verfahren zur Streckenidentifikation einer Regelstrecke, bei der deterministische Störungen auftreten, zu schaffen.

30

Diese Aufgabe wird für das erfindungsgemäße Verfahren dadurch gelöst, dass in einem ersten Identifikationsprozess mindestens ein deterministisches Störsignal bestimmt und in Form

einer Funktion gespeichert wird, das anschließend in einem zweiten Identifikationsprozess eine Identifikation der Regelstrecke durchgeführt wird, wobei mittels einer Störgrößenaufschaltung das mindestens eine gespeicherte deterministische 5 Störausgleichssignal gegengekoppelt auf die Regelstrecke aufgeschaltet wird.

Eine erste vorteilhafte Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die Funktion in Form 10 einer Tabelle und/oder in Form von Splines abgespeichert wird. Eine Hinterlegung der Funktion in Form einer Tabelle und/oder in Form von Splines lässt sich besonders einfach durchführen. Insbesondere die Hinterlegung in Form von Splines gestattet es durch anschließende Interpolation auch Zwischenwerte der Funktion zu bestimmen bzw. auszugeben. 15

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein deterministische Störausgleichssignal anhand des Ausgangssignals 20 mindestens eines Reglers des geschlossenen Regelkreises bestimmt wird. Das Störausgleichssignal kann solchermaßen besonders einfach bestimmt werden. Da üblicherweise der Regler ein Bandpassverhalten aufweist, werden stochastische Störungen durch den Regler bereits implizit herausgefiltert. Zusätzliche Filtermaßnahmen zur Reduktion stochastischer Störgrößen können somit in vielen Fällen entfallen. 25

In diesem Zusammenhang erweist es sich als vorteilhaft, das die Regelverstärkung des Reglers zur Bestimmung des deterministischen Störausgleichsignals innerhalb des ersten Identifikationsprozesses hoch eingestellt wird. Hierdurch bildet 30 sich die Störung besonders gut im Regler ab.

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens, ist dadurch gekennzeichnet, dass die Regelverstärkung des Reglers zur Streckenidentifikation der Regelstrecke innerhalb des zweiten Identifikationsprozesses nied- 35

rig eingestellt wird. Hierdurch wird der Einfluss des Reglers auf die Streckenidentifikation der Regelstrecke innerhalb des zweiten Identifikationsprozesses minimiert.

- 5 Eine weitere vorteilhafte Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass im zweiten Identifikationsprozess ein Stimulussignal zur Anregung der Regelstrecke auf den Eingang der Regelstrecke gegeben wird. Eine Anregung der Regelstrecke mittels eines Stimulussignals
10 stellt eine in der Technik bewährte Methode dar.

In diesem Zusammenhang erweist es sich als vorteilhaft, wenn das Stimulussignal ein relativ breitbandiges Frequenzspektrum besitzt, da die Regelstrecke dann ebenfalls in einem entsprechend relativ breitbandigem Frequenzspektrum identifiziert werden kann.
15

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass die Störgrößen-
20 ausschaltung am Angriffsort der deterministischen Störung erfolgt. Wenn der Ort der Störgrößenaufschaltung mit dem Angriffs-
ort der deterministischen Störung identisch ist, kann eine besonders gute Reduzierung der deterministischen Störung erreicht werden.
25

Eine weitere vorteilhafte Ausbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass zur Identifikation der Regelstrecke im zweiten Identifikationsprozess das Ein- und Ausgangssignal der Regelstrecke mittels Fourier-
30 transformation in den Frequenzbereich transformiert wird, dass anschließend das fouriertransformierte Ausgangssignal durch das fouriertransformierte Eingangssignal dividiert wird und solchermaßen die komplexe Übertragungsfunktion bzw. der Betragsfrequenzgang und der Phasenfrequenzgang der Regelstrecke zur Streckenidentifikation bestimmt werden. Eine Identifikation der Regelstrecke im Frequenzbereich hat sich in der
35 Technik als vorteilhaft erwiesen.

Das Verfahren eignet sich besonders zur Streckenidentifikation einer Regelstrecke bei Werkzeugmaschinen, Produktionsmaschinen oder Robotern, da in diesen Anwendungsbereichen in der Regel die Regelstrecken mit stochastischen Störgrößen beaufschlagt sind.

In diesem Zusammenhang eignet sich das erfindungsgemäße Verfahren besonders zur Streckenidentifikation einer mit Nutrastörungen gestörten Regelstrecke bei Antrieben von Werkzeugmaschinen, Produktionsmaschinen oder Robotern, da sich, insbesondere in deren Antriebsregelkreisen, Nutrastörungen besonders störend bemerkbar machen.

Ein Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in der Zeichnung dargestellt und wird im folgenden näher erläutert. Dabei zeigen:

- FIG 1 eine allgemeine Darstellung einer Regelstrecke,
- FIG 2 eine mit dem erfindungsgemäßen Verfahren kompensierte Regelstrecke,
- FIG 3 den ersten Identifikationsprozess und
- FIG 4 den zweiten Identifikationsprozess.

In einem Blockschaltbild gemäß FIG 1 ist eine Übertragsfunktion $g(t)$ einer Regelstrecke im Zeitbereich dargestellt. Ein von der Zeit abhängiges Eingangssignal $x(t)$ wird durch die Übertragungsfunktion $g(t)$ der Regelstrecke in das Ausgangssignal $y(t)$ transformiert. Die Identifikation der Übertragungsfunktion $g(t)$ der Regelstrecke wird in der Technik allgemein üblich vorzugsweise im Frequenzbereich durchgeführt. Zunächst wird hierzu mittels Fouriertransformation das Eingangssignal $x(t)$ und das Ausgangssignal $y(t)$ in den Frequenzbereich transformiert. Als Ergebnis der Fouriertransformation erhält man nun die frequenzabhängige Eingangsfunktion $X(s)$ und die Ausgangsfunktion $Y(s)$, wobei s die komplexe Kreisfrequenz $j\omega$ darstellt.

Durch Berechnung des Quotienten

$$\frac{Y(s)}{X(s)} = G(s)$$

- 5 wird die komplexe Übertragungsfunktion $G(s)$ der Regelstrecke im Frequenzbereich bestimmt. Man erhält die komplexe Übertragungsfunktion $G(s)$ für die in der Fouriertransformation betrachteten Frequenzen.
- 10 Aus der komplexen Übertragungsfunktion $G(s)$ lassen sich nun leicht, mittels dem Fachmann in der Technik allgemein bekannter Formeln, der Betragsfrequenzgang sowie der Phasenfrequenzgang der Regelstrecke angeben. Um die Regelstrecke in einem relativ breitbandigen Frequenzbereich identifizieren zu können, wird in der Technik üblich, als Eingangssignal $x(t)$ ein im Frequenzbereich breitbandiges Signal, das in der Technik allgemein üblich, auch als Stimulussignal bezeichnet wird, verwendet. Als Stimulussignal kommen z.B. im Zeitbereich rechteckförmige Signalformen in Frage.
- 20
- In FIG 2 ist in Form eines Blockschaltbildes das Prinzip des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Die aus FIG 1 bekannte Übertragungsfunktion $g(t)$ der Regelstrecke wurde in FIG 2 in zwei hintereinander geschaltete Teilübertragungsfunktionen $g_1(t)$ und $g_2(t)$ aufgeteilt. Die zu identifizierende Regelstrecke wird durch die beiden hintereinandergeschalteten Teilübertragungsfunktionen $g_1(t)$ und $g_2(t)$ beschrieben. Auf die Regelstrecke wirkt an einen Angriffsort 15, innerhalb der Regelstrecke, eine deterministische Störung $s(t,p,v)$ ein.
- 25
- Die Störung $s(t,p,v)$ kann im allgemeinen Fall, also nicht nur von der Zeit t sondern auch, z.B. von einem Ort p und/oder einer Geschwindigkeit v abhängen. Oft ist eine solche deterministische Störung aber auch nur von einem Parameter, wie z.B. dem Parameter p abhängig. In Folge dieser Störung wird nun plötzlich das Ausgangssignal y nicht mehr nur von der Zeit t sondern auch von dem Ort p und der Geschwindigkeit v
- 30
- 35

abhängig, d.h. wenn keine weiteren Maßnahmen ergriffen würden, würde sich ein Ausgangssignal y in der Form $y(t,p,v)$ ergeben. Das System ist somit nicht mehr linear und eine Identifikation der Regelstrecke nicht mehr möglich. Hier setzt
5 nun das erfindungsgemäße Verfahren an.

In einem ersten Identifikationsprozess wird ein Störausgleichssignal $f(t,p,v)$ bestimmt und in einem zweiten, dem ersten Identifikationsprozess nachfolgenden Identifikations-
10 prozess an einem Ort 16, der nicht notwendigerweise mit dem Ort der Störung 15 übereinstimmen muss, eingespeist. Im Idealfall ist das Ausgangssignal $y(t)$, wie in FIG 2 dargestellt, wieder nur vom Zeitparameter t abhängig. Für den Spezialfall, das der Einspeiseort 16 des Störausgleichssignals $f(t,p,v)$
15 mit dem Einspeiseort 15 der Störung $s(t,p,v)$ übereinstimmt, ist das Störausgleichssignal $f(t,p,v)$ identisch mit der Störung $s(t,p,v)$.

In FIG 3 und FIG 4 ist ein konkretes Ausführungsbeispiel des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. In FIG 3 bzw. FIG 4 wird eine Identifikation einer Regelstrecke 5, die aus einem Leistungssteller 2 und einem permanenterregten Linearmotors 3 mit Eisenkern besteht, durchgeführt. Die infolge einer ungleichmäßigen Magnetfeldverteilung im Linearmotor 3 entstehenden Nutrastkräfte treten in Form einer ortsabhängigen, deterministischen Störung $s(p)$ auf. Die durch die Nutrastkräfte auftretende Störung $s(p)$ ist dabei nur vom Ort p abhängig. Da die Störung $s(p)$ sich innerhalb des in FIG 3 und FIG 4 gezeigten Linearmotors 3 abspielt, ist diese nicht in den Figuren explizit dargestellt.
20
25
30

In FIG 3 ist in Form eines Blockschaltbildes der erste Identifikationsprozess des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Die Regelstrecke 5, welche identifiziert werden soll,
35 wird dabei von einem Leistungssteller 2 und einem Linearmotor 3 gebildet. Ein PI-Regler 1 (Proportional-Integral-Regler) bildet mit der Regelstrecke 5 einen geschlossenen Regelkreis.

Dem PI-Regler 1 wird die Differenz zwischen einem Geschwindigkeitssollwert v_{soll} und einem am Linearmotor 3 mit Hilfe eines nicht dargestellten Gebers gemessenen Geschwindigkeitswert v_{ist} als Eingangsgröße vorgegeben. Der PI-Regler 1
5 gibt als Ausgangsgröße einen Stromsollwert i_{soll} an den Leistungssteller 2 weiter, der wiederum den Linearmotor 3 ansteuert. Im ersten Identifikationsprozess wird ein deterministisches Störausgleichssignal bestimmt und in Form einer Funktion $f(p)$ gespeichert. Hierzu wird die Regelverstärkung des PI-
10 Reglers 1 hoch eingestellt, so dass sich die auftretenden deterministischen Nutraststörungen des Linearmotors 3 möglichst gut im Ausgangssignal i_{soll} des PI-Reglers 1 abbilden. Da die auftretenden Nutraststörungen des Linearmotors 3 von dem
15 Ortsparameter p des Rotors des Linearmotors 3 abhängen, wird mittels eines Integrators 4 aus der Motorgeschwindigkeit v_{ist} am Ausgang des Linearmotors 3 der Ortsparameter p berechnet. Jedem Ort p lässt sich nun eindeutig ein Wert von i_{soll} zuordnen, so dass solchermaßen eine vom Ort p abhängige Funktion
20 $i_{soll}(p)$ als Störausgleichssignal in Form einer Tabelle abgelegt bzw. abspeichert wird.

Die Nutraststörungen bilden sich dabei besonders gut im Integralteil des PI-Reglers 1 ab.

25 In FIG 4 ist in Form eines Blockschaltbildes der zweite Identifikationsprozess des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Um den Einfluss des PI-Reglers 1 auf die Identifikation der Regelstrecke innerhalb des zweiten Identifikationsprozesses möglichst klein zu halten, wird die Regelverstärkung des PI-Reglers 1 möglichst niedrig eingestellt. Ein Signalgenerator 6 speist ein Stimulussignal 1 am Ausgang des PI-
30 Reglers 1 bzw. am Eingang der Regelstrecke 5 ein. Zur Kompen-
sation der deterministischen Nutraststörungen wird nun mit-
tels einer Störgrößenaufschaltung das abgespeicherte Störaus-
35 gleichssignal in Form der Funktion $i_{soll}(p)$ in Abhängigkeit des Ortsparameters p am Eingang der Regelstrecke 5 gegenge-
koppelt.

Zur Streckenidentifikation der Regelstrecke 5 wird nun, in schon bekannter beschriebener Weise, eine Streckenidentifikation im Frequenzbereich durchgeführt. Hierzu wird das Eingangssignal i_{ein} der Regelstrecke innerhalb des Funktions-

blocks 9 mittels Fouriertransformation in den Frequenzbereich transformiert und das Ausgangssignal v_{ist} der Regelstrecke 5 innerhalb des Funktionsblocks 8 mittels Fouriertransformation in den Frequenzbereich transformiert. Anschließend wird im Funktionsblock 10 dass in den Frequenzbereich transformierte Ausgangssignal v_{ist} der Regelstrecke durch dass in den Frequenzbereich transformierte Eingangssignal i_{ein} der Regelstrecke dividiert. Als Ergebnis erhält man für jede der in der Fouriertransfomation betrachteten Frequenz, die komplexe Übertragungsfunktion der Regelstrecke.

15

Es ist wegen der leichteren Interpretierbarkeit des Streckenverhaltens allgemein üblich, die ermittelte komplexe Übertragungsfunktion in Form eines Betragfrequenzgangs 13 und eines Phasenfrequenzganges 14 darzustellen. Zur Ermittlung des

20 Betragfrequenzganges wird in einem Funktionsblock 11 der Realteil und der Imaginärteil der komplexen Übertragungsfunktion für jede Frequenz getrennt quadriert und anschließend aus der Summe der Quadrate die Wurzel gezogen und über der Frequenz aufgetragen. Zur Ermittlung des Phasenfrequenzgangs im
25 Funktionsblock 12 wird für jede Frequenz getrennt, der jeweilige Imaginärteil der komplexen Übertragungsfunktion durch den jeweiligen Realteil der komplexen Übertragungsfunktion dividiert und anschließend mittels der in der Mathematik bekannten Arcustangens-Funktion aus dem Quotienten von Real-
30 und Imaginärteil der Phasenwinkel bestimmt und über der Frequenz aufgetragen. Die Regelstrecke ist somit eindeutig identifiziert.

Gegebenenfalls kann die nun im Frequenzbereich bestimmte Übertragungsfunktion $G(s)$ mittels inverser Fouriertransformationen in den Zeitbereich zurücktransformiert werden.

Es sei an dieser Stelle noch einmal darauf hingewiesen, dass die Funktion $i_{sol1}(p)$ auch in Form von Splines abgespeichert werden kann. Dies kann ausgenutzt um z.B. Zwischenwerte zu interpolieren oder aber um das benötigte Speichervolumen zur 5 Hinterlegung der Funktion $i_{sol1}(p)$ zu reduzieren.

Da insbesondere im Bereich von Werkzeugmaschinen, Produktionsmaschinen oder Robotern besonders hohe Anforderungen an die Regelgenauigkeit und/oder das Regelverhalten gestellt 10 werden, ist eine genaue Identifikation der Regelstrecke durch das erfindungsgemäße Verfahren in den genannten Anwendungsbereichen besonders vorteilhaft. Insbesondere kann der bei der Identifikation der Regelstrecke von Antrieben störend bemerkbar machende Einfluss von Nutraststörungen von Motoren, insbesondere von Lineararmmotoren, durch das erfindungsgemäße Verfahren 15 minimiert werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Streckenidentifikation einer Regelstrecke (5), dadurch gekennzeichnet, dass
5 in einem ersten Identifikationsprozess mindestens ein deterministisches Störausgleichssignal ($f(t,p,v)$, $i_{sol1}(p)$) bestimmt und in Form einer Funktion ($f(t,p,v)$, $i_{sol1}(p)$) gespeichert wird, dass anschließend in einem zweiten Identifikationsprozess eine Identifikation der Regelstrecke (5) durchgeführt wird, wobei mittels einer Störgrößenaufschaltung das
10 mindestens eine gespeicherte deterministische Störausgleichssignal ($f(t,p,v)$, $i_{sol1}(p)$) gegengekoppelt auf die Regelstrecke (5) aufgeschaltet wird.
- 15 2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Funktion ($i_{sol1}(p)$) in Form einer Tabelle und/oder in Form von Splines abgespeichert wird.
3. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass das mindestens eine deterministische Störausgleichssignal ($f(t,p,v)$,
20 $i_{sol1}(p)$) anhand des Ausgangsignals (i_{sol1}) mindestens eines Reglers (1) des geschlossenen Regelkreises bestimmt wird.
- 25 4. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelverstärkung des Reglers (1) zur Bestimmung des deterministischen Störausgleichssignals ($f(t,p,v)$, $i_{sol1}(p)$) innerhalb des ersten Identifikationsprozesses hoch eingestellt wird.
- 30 5. Verfahren nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Regelverstärkung des Reglers (1) zur Streckenidentifikation der Regelstrecke (5) innerhalb des zweiten Identifikationsprozesses niedrig eingestellt wird.
- 35 6. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass im zweiten

Identifikationsprozess ein Stimulussignal (1) zur Anregung der Regelstrecke (5) auf den Eingang der Regelstrecke (5) gegeben wird.

5 7. Verfahren nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass das Stimulussignal (1) ein relativ breitbandiges Frequenzspektrum besitzt.

10 8. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Störgrößenaufschaltung am Angriffsort (15) der deterministischen Störung erfolgt.

15 9. Verfahren nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zur Identifikation der Regelstrecke im zweiten Identifikationsprozess das Ein- und Ausgangssignal (i_{ein}, v_{ist}) der Regelstrecke (5) mittels Fouriertransformation in den Frequenzbereich transformiert wird, dass anschließend das fouriertransformierte Ausgangssignal durch das fouriertransformierte Ein-gangssignal dividiert wird und solchermaßen die komplexe Übertragungsfunktion bzw. der Betragfrequenzgang und der Phasenfrequenzgang der Regelstrecke (5) zur Streckenidentifikation bestimmt werden.

25 10. Verwendung des Verfahrens nach einem der vorhergehenden Ansprüche zur Streckenidentifikation einer Regelstrecke (5) bei Werkzeugmaschinen, Produktionsmaschinen oder Robotern.

30 11. Verwendung des Verfahrens nach Anspruch 10 zur Streckenidentifikation einer mit Nutraststörungen gestörten Regelstrecke (5) bei Antrieben von Werkzeugmaschinen, Produktionsmaschinen oder Robotern.

Zusammenfassung

Verfahren zur Streckenidentifikation einer Regelstrecke

5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Streckeidentifikation einer Regelstrecke (5) wobei in einem ersten Identifikationsprozess mindestens ein deterministisches Störsignal ($f(t, p, v)$, $i_{soll}(p)$) bestimmt, und in Form einer Funktion ($f(t, p, v)$, $i_{soll}(p)$) gespeichert wird, wobei anschließend in
10 einem zweiten Identifikationsprozess eine Identifikation der Regelstrecke (5) durchgeführt wird, wobei mittels einer Störgrößenausschaltung das mindestens eine gespeicherte deterministische Störausgleichssignal ($f(t, p, v)$, $i_{soll}(p)$) gegengekoppelt auf die Regelstrecke (5) aufgeschaltet wird.

15

FIG 4

200219957

1/2

FIG 1

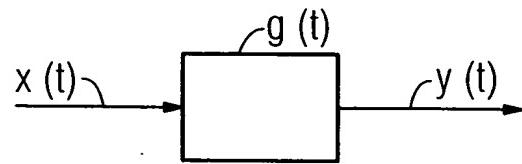


FIG 2

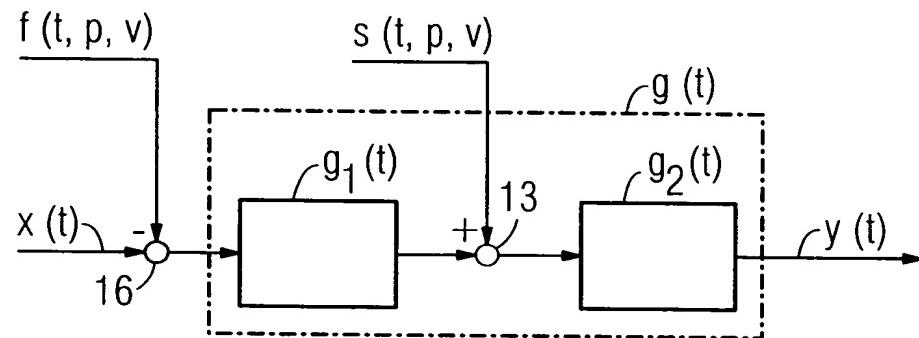


FIG 3

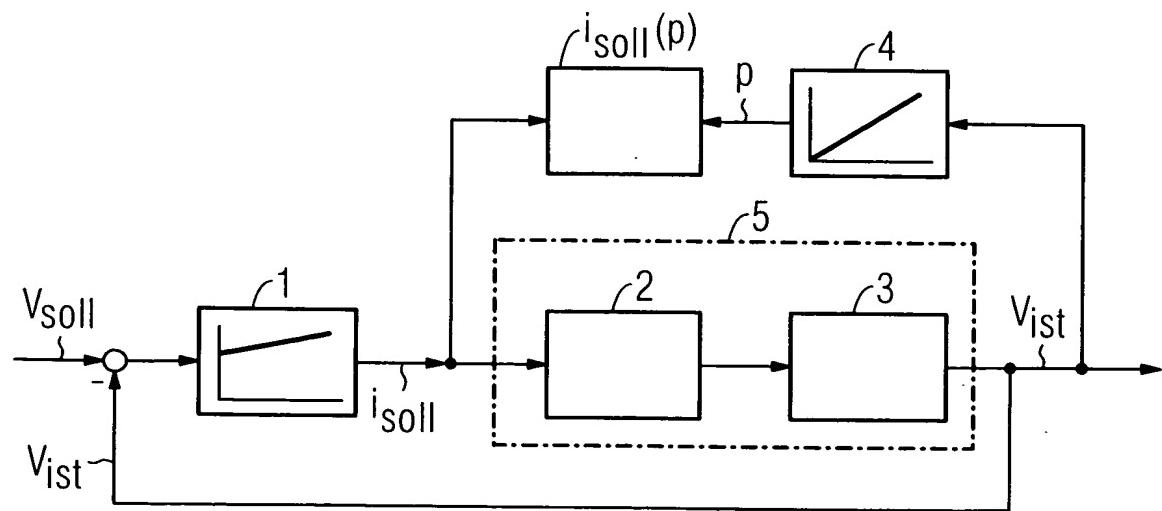


FIG 4

